



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 100 45 406 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**H 01 J 1/14**  
H 01 J 29/04

⑳ Aktenzeichen: 100 45 406.2  
㉔ Anmeldetag: 14. 9. 2000  
㉕ Offenlegungstag: 28. 3. 2002

**DE 100 45 406 A 1**

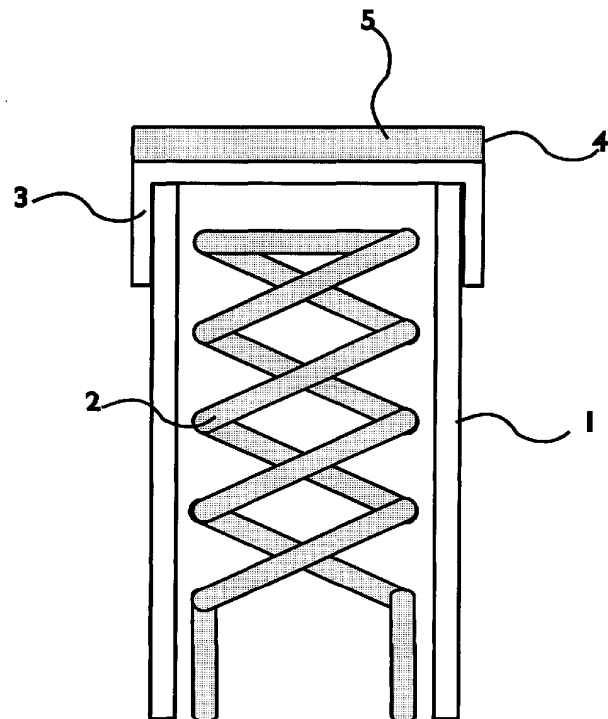
㉑ **Anmelder:**  
Philips Corporate Intellectual Property GmbH,  
20099 Hamburg, DE

㉒ **Erfinder:**  
Gärtner, Georg, Dr., 52078 Aachen, DE; Raasch,  
Detlef, Dr., 52066 Aachen, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤④ Kathodenstrahlröhre mit dotierter Oxidkathode

⑤⑦ Kathodenstrahlröhre, ausgerüstet mit mindestens einer Oxidkathode, die einen Kathodenträger mit einer Kathodenbasis aus einem Kathodenmetall und eine Kathodenbeschichtung aus einem elektronenemittierenden Material mit Oxidpartikeln umfasst, wobei die Oxidpartikel ein Erdalkalioxid, ausgewählt aus der Gruppe der Oxide des Calciums, Strontiums und Bariums, das mit einer Oxiddotierung in einer Menge von 120 bis maximal 500 ppm aus einem Oxid, ausgewählt aus den Oxiden des Scandiums, Yttriums, Lanthans, Cers, Praseodyms, Neodyms, Samariums, Europiums, Gadoliniums, Terbioms, Dysprosiums, Holmiums, Erbiums, Thuliums, Ytterbioms und Lutetiums, dotiert ist, enthalten und das elektronenemittierende Material eine elektrische Leitfähigkeit von  $3 \cdot 10^{-3} \Omega^{-1} \text{cm}^{-1}$  bis  $12,5 \cdot 10^{-3} \Omega^{-1} \text{cm}^{-1}$  hat. Die Erfindung betrifft auch eine Oxidkathode.



**DE 100 45 406 A 1**

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Kathodenstrahlröhre, ausgerüstet mit mindestens einer Oxidkathode, die einen Kathodenträger mit einer Kathodenbasis aus einem Kathodenmetall und eine Kathodenbeschichtung aus einem elektronenemittierenden Material, das ein Erdalkalioxid, ausgewählt aus der Gruppe der Oxide des Calciums, Strontiums und Bariums und Seltenerdmetall enthält, umfasst.

**[0002]** Eine Kathodenstrahlröhre besteht aus 4 Funktionsgruppen:

- Elektronenstrahlerzeugung in der Elektronenkanone,
- Strahlfokussierung durch elektrische oder magnetische Linsen
- Strahlablenkung zur Rastererzeugung und
- Leuchtschirm oder Bildschirm.

**[0003]** Zu der Funktionsgruppe der Elektronenstrahlerzeugung gehört eine elektronenemittierende Kathode, die den Elektronenstrom in der Kathodenstrahlröhre erzeugt und die von einem Steuergitter, z. B. einem Wehnelt-Zylinder mit einer Lochblende auf der Stirnseite, umgeben ist.

**[0004]** Eine elektronenemittierende Kathode für eine Kathodenstrahlröhre ist üblicherweise eine punktförmige heizbare Oxidkathode mit einer elektronenemittierenden, oxidhaltigen Kathodenbeschichtung. Wird die Oxidkathode aufgeheizt, werden Elektronen aus der emittierenden Beschichtung in das umgebende Vakuum ausgedampft. Spannt man den Wehnelt-Zylinder gegenüber der Kathode vor, so lässt sich die Menge der austretenden Elektronen und damit der Strahlstrom der Kathodenstrahlröhre steuern.

**[0005]** Die Menge der Elektronen, die von der Kathodenbeschichtung emittiert werden können, hängt von der Austrittsarbeit (work function) des elektronenemittierenden Materials ab. Nickel, das in der Regel als Kathodenbasis verwendet wird, hat selbst eine relativ hohe Austrittsarbeit. Deshalb wird das Metall der Kathodenbasis üblicherweise noch mit einem Material beschichtet, dessen Hauptaufgabe es ist, die elektronenemittierenden Eigenschaften der Kathodenbasis zu verbessern. Charakteristisch für die elektronenemittierenden Beschichtungsmaterialien von Oxidkathoden in Kathodenstrahlröhren ist es, dass sie ein Erdalkalimetall in der Form des Erdalkalimetalloxids enthalten.

**[0006]** Um eine Oxidkathode herzustellen, wird ein entsprechend geformtes Blech aus einer Nickellegierung beispielsweise mit den Carbonaten der Erdalkalimetalle in einer Bindemittelzubereitung beschichtet. Während des Auspumpens und Ausheizens der Kathodenstrahlröhre werden die Carbonate bei Temperaturen von etwa 1000°C in die Oxide umgewandelt. Nach diesem Abbrennen der Kathode liefert sie bereits einen merklichen Emissionsstrom, der allerdings noch nicht stabil ist. Es folgt noch ein Aktivierungsprozess. Durch diesen Aktivierungsprozess wird das ursprünglich nichtleitende Ionengitter der Erdalkalioxide in einen elektronischen Halbleiter verwandelt, indem Störstellen vom Donator-Typ in das Kristallgitter der Oxide eingebaut werden. Die Störstellen bestehen im wesentlichen aus elementarem Erdalkalimetall, z. B. Calcium, Strontium oder Barium. Die Elektronenemission der Oxidkathoden basiert auf dem Störstellenmechanismus. Der Aktivierungsprozess hat den Zweck, eine genügende Menge von überschüssigem, elementarem Erdalkalimetall zu schaffen, durch das die Oxide in der elektronenemittierenden Beschichtung bei einer vorgeschriebenen Heizleistung den maximalen Emissionsstrom liefern können. Einen wesentlichen Beitrag zu dem Aktivierungsprozess leistet die Reduktion des Barium-

oxids zu elementarem Barium durch Legierungsbestandteile ("Aktivatoren") des Nickels aus der Kathodenbasis.

**[0007]** Wichtig für die Funktion einer Oxidkathode und deren Lebensdauer ist es, dass immer wieder erneut elementares Erdalkalimetall zur Verfügung steht. Die Kathodenbeschichtung verliert nämlich während der Lebensdauer der Kathode ständig Erdalkalimetall. Teils verdampft langsam das Kathodenmaterial insgesamt wegen der hohen Temperatur an der Kathode, teils wird es durch den Ionenstrom in der Kathodenstrahlröhre abgesputtert.

**[0008]** Allerdings wird zunächst das elementare Erdalkalimetall durch Reduktion des Erdalkalioxids am Kathodenmetall bzw. Aktivatormetall immer wieder nachgeliefert. Die Nachlieferung kommt jedoch zum Stillstand, wenn sich zwischen der Kathodenbasis und dem emittierenden Oxid mit der Zeit eine dünne, aber hochohmige Trennschicht (interface) aus Erdalkalisilikat oder Erdalkalialuminat bildet. Die Lebensdauer wird auch dadurch beeinflusst, dass sich der Vorrat an Aktivatormetall in der Nickellegierung der Kathodenbasis mit der Zeit erschöpft.

**[0009]** Aus EP 0 482 704 A ist eine Oxidkathode bekannt, deren Träger im wesentlichen aus Nickel besteht und mit einer Schicht aus einem elektronenemittierenden Material beschichtet ist, das Erdalkalimetalloxide, Barium und ein Seltenerdmetall umfasst, wobei die Zahl der Seltenerdmetallatome in dem elektronenemittierenden Material bezogen auf die Zahl der Erdalkalimetallatome 10 bis 500 ppm beträgt und die Seltenerdmetallatome im wesentlichen gleichmäßig über den oberen Teil der Schicht aus einem elektronenemittierenden Material verteilt sind.

**[0010]** Es ist eine Aufgabe der Erfindung eine Kathodenstrahlröhre zur Verfügung zu stellen, deren Strahlstrom gleichmäßig ist, über lange Zeit konstant bleibt und reproduzierbar herstellbar ist.

**[0011]** Erfindungsgemäß wird die Aufgabe gelöst durch eine Kathodenstrahlröhre, ausgerüstet mit mindestens einer Oxidkathode, die einen Kathodenträger mit einer Kathodenbasis aus einem Kathodenmetall und eine Kathodenbeschichtung aus einem elektronenemittierenden Material mit Oxidpartikeln umfasst, wobei die Oxidpartikel ein Erdalkalioxid, ausgewählt aus der Gruppe der Oxide des Calciums, Strontiums und Bariums, das mit einer Oxiddotierung in einer Menge von 120 bis maximal 500 ppm aus einem Oxid ausgewählt aus den Oxiden des Scandiums, Yttriums, Lanthans, Cers, Praseodyms, Neodyms, Samariums, Europiums, Gadoliniums, Terbiums, Dysprosiums, Holmiums, Erbiums, Thuliums, Ytterbiums und Lutetiums dotiert ist, enthalten und das elektronenemittierende Material eine elektrische Leitfähigkeit von  $3 \cdot 10^{-3} \Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$  bis  $12.5 \cdot 10^{-3} \Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$  hat.

**[0012]** Die Erfindung beruht auf dem Grundgedanken, dass in einer Kathodenstrahlröhre mit einer Oxidkathode die Lebensdauer der Oxidkathode verlängert wird, wenn die elektrische Leitfähigkeit der Kathodenbeschichtung an den Arbeitspunkt der mittleren elektrischen Gleichstrombelastung der Kathode angepasst wird.

**[0013]** Eine Kathodenstrahlröhre mit einer derartigen Oxidkathode hat über einen langen Zeitraum hin einen gleichmäßigen Strahlstrom, weil durch die kontrollierte Leitfähigkeit der Kathodenbeschichtung sowohl eine Überhitzung als auch eine zu starke Abkühlung der Oxidkathode während des Betriebs der Kathodenstrahlröhre vermieden wird. Die Arbeitstemperatur in der Oxidkathode ist dadurch optimal. Als Ergebnis ist auch die Reaktionsrate für die Bildung von elementarem Barium optimal.

**[0014]** Durch die kontinuierliche Barium-Nachführung wird eine Erschöpfung der Elektronenemission, wie man die von herkömmlichen Oxidkathoden kennt, vermieden. Es

können ohne Gefährdung der Kathodenlebensdauer wesentlich höhere Strahlstromdichte realisiert werden. Das kann auch ausgenutzt werden, um die notwendigen Elektronenstrahlströme aus kleineren Kathodenbereichen zu ziehen. Die Spotgröße des Kathodenflecks ist entscheidend für die Güte der Strahlfokussierung auf dem Bildschirm. Die Bildschärfe über den gesamten Schirm wird erhöht. Da die Kathoden zudem langsamer altern, können Bildhelligkeit und Bildschärfe auf hohem Niveau über die gesamte Lebensdauer der Röhre stabil gehalten werden. Auflösung und Helligkeit der CRT sind verbessert bzw. die Betriebstemperatur der Kathode kann niedriger gehalten werden bei gleicher Helligkeit und Auflösung.

**[0015]** Im Rahmen der vorliegenden Erfindung ist es bevorzugt, dass die Menge der Oxiddotierung 240 ppm beträgt.

**[0016]** Besonders vorteilhafte Wirkungen werden durch die Erfindung gegenüber dem Stand der Technik erreicht, wenn die Oxiddotierung aus  $Y_2O_3$  besteht. Dadurch wird die Barium-Emission örtlich und zeitlich uniformer. Man erhält Oxidkathoden mit höherer Gleichstrombelastbarkeit und Lebensdauer.

**[0017]** Es kann auch bevorzugt sein, dass die Oxiddotierung ein Sesquioxid ausgewählt aus den Sesquioxiden des Lanthans, Neodyms, Samarium, Cers, Praseodyms, Gadoliniums, Terbiums, Dysprosiums und Holmiums enthält.

**[0018]** Besonders bevorzugt ist es, dass die Oxiddotierung ein Sesquioxid ausgewählt aus den Sesquioxiden des Lanthans, Cers, Praseodyms und Neodyms enthält. Bei diesem Kathodentyp ist die Unempfindlichkeit gegen Vergiftung, insbesondere gegen Vergiftung durch Sauerstoff, hervorzuheben. Sie hat eine gleichmäßige Emission und lässt sich reproduzierbar herstellen.

**[0019]** Die Erfindung betrifft auch eine Oxidkathode, die einen Kathodenträger mit einer Kathodenbasis aus einem Kathodenmetall und eine Kathodenbeschichtung aus einem elektronenemittierenden Material mit Oxidpartikeln umfasst, wobei die Oxidpartikel ein Erdalkalioxid, ausgewählt aus der Gruppe der Oxide des Calciums, Strontiums und Bariums, das mit einer Oxiddotierung in einer Menge von 120 bis maximal 500 ppm aus einem Oxid ausgewählt aus den Oxiden des Scandiums, Yttriums, Lanthans, Cers, Praseodyms, Neodyms, Samariums, Europiums, Gadoliniums, Terbiums, Dysprosiums, Holmiums, Erbiums, Thuliums, Ytterbiums und Lutetiums dotiert ist, enthalten und das elektronenemittierende Material eine elektrische Leitfähigkeit von  $3 \cdot 10^{-3} \Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$  bis  $12,5 \cdot 10^{-3} \Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$  hat.

**[0020]** Nachfolgend wird die Erfindung anhand einer Figur und eines Ausführungsbeispiels weiter erläutert.

**[0021]** Fig. 1 zeigt einen schematischen Querschnitt durch eine Ausführungsform der Kathode nach der Erfindung.

**[0022]** Eine Kathodenstrahlröhre ist mit einem Elektronenstrahlzeugungs-system ausgestattet, das üblicherweise eine Anordnung aus einer oder mehreren Oxidkathoden enthält.

**[0023]** Eine Oxidkathode nach der Erfindung umfasst einen Kathodenträger mit einer Kathodenbasis und eine Kathodenbeschichtung. Der Kathodenträger enthält die Heizung und die Basis für den Kathodenkörper. Als Kathodenträger können die aus dem Stand der Technik bekannten Konstruktionen und Materialien verwendet werden.

**[0024]** In der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform der Erfindung besteht die Oxidkathode aus einem Kathodenträger, d. h. aus einem zylindrischen Röhrchen 3, in das der Heizdraht 4 eingesetzt ist, mit einer Kappe 2, die die Kathodenbasis bildet und aus einer Kathodenbeschichtung 1, die den eigentlichen Kathodenkörper darstellt.

**[0025]** Das Material der Kathodenbasis ist üblicherweise

eine Nickellegierung. Die Nickellegierung kann beispielsweise aus Nickel mit einem Legierungsanteil aus einem reduzierend wirkenden Aktivatorelement, ausgewählt aus der Gruppe Silicium, Magnesium, Aluminium, Wolfram, Molybdän, Mangan und Kohlenstoff bestehen.

**[0026]** Der Kathodenbeschichtung enthält dotierte Oxidpartikel. Der Hauptbestandteil des elektronenemittierenden Materials ist ein Erdalkalioxid, bevorzugt Bariumoxid, zusammen mit Calciumoxid oder/und Strontiumoxid. Sie werden als ein physikalisches Gemenge von Erdalkalioxiden oder als binäre oder ternäre Mischkristalle der Erdalkalimetall-oxide angewandt. Bevorzugt ist ein ternäres Erdalkalimischkristalloxid aus Bariumoxid, Strontiumoxid und Calciumoxid oder ein binäres Gemisch aus Bariumoxid und Calciumoxid.

**[0027]** Weiterhin enthält das Erdalkalioxid eine Dotierung aus einem Oxid ausgewählt aus den Oxiden des Scandiums, Yttriums, Lanthans, Cers, Praseodyms, Neodyms, Samariums, Europiums, Gadoliniums, Terbiums, Dysprosiums, Holmiums, Erbiums, Thuliums, Ytterbiums und Lutetiums in einer Menge von 120 bis maximal 500 ppm. Die Ionen der genannten Seltenerdmetalle besetzen Gitterplätze oder Zwischengitterplätze im Kristallgitter der Erdalkalimetall-oxide.

**[0028]** Bevorzugt ist die Dotierung von Bariumoxid mit dreiwertigen Ionen ausgewählt aus der Gruppe der Lanthan(III)-, Neodym(III)- und Samarium(III)-Ionen, weil deren Ionenradien von  $> 93 \text{ nm}$  mit denen des zweiwertigen Barium von  $135 \text{ nm}$  vergleichbar sind. Diese dreiwertigen Ionen können die Gitterplätze des Bariums besetzen und die Dotierung des Bariumoxidgitters erfolgt ohne größere Gitterdeformationen.

**[0029]** Charakteristisch für die elektronenemittierende Beschichtung der erfindungsgemäßen Oxidkathode ist ihre elektrische Leitfähigkeit, die in dem Temperaturbereich, der den üblichen Bedingungen in einer Kathodenstrahlröhre entspricht, zwischen  $3 \cdot 10^{-3} \Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$  bis  $12,5 \cdot 10^{-3} \Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$  liegt. Durch die kontrollierte Leitfähigkeit der Kathode wird eine lebensdauerermindernde Überheizung bzw. Unterheizung vermieden.

**[0030]** Zur Herstellung der Rohmasse für die Kathodenbeschichtung werden die Carbonate der Erdalkalimetalle Calcium, Strontium und Barium gemahlen und miteinander und mit einer Ausgangsverbindung für das Oxid der Seltenen Erdmetalle Scandium Yttrium, Lanthan, Cer, Praseodym, Neodym, Samarium, Europium, Gadolinium, Terbium, Dysprosium, Holmium, Erbium, Thulium, Ytterbium und Lutetium im gewünschten Gewichtsverhältnis gemischt. Bevorzugt werden als Ausgangsverbindungen für die Oxide der Seltenerdmetalle die Seltenerdmetallnitrate oder Seltenerdmetallhydroxide.

**[0031]** Typischerweise beträgt das Gewichtsverhältnis von Calciumcarbonat : Strontiumcarbonat : Bariumcarbonat gleich 1 : 1,25 : 6 oder 1 : 12 : 22 oder 1 : 1,5 : 2,5 oder 1 : 4 : 6

**[0032]** Die Rohmasse kann noch mit einer Bindemittelzubereitung gemischt werden. Die Bindemittelzubereitung kann als Lösungsmittel Wasser, Ethanol, Ethylnitrat, Ethylacetat oder Diethylacetat enthalten.

**[0033]** Die Rohmasse für die Kathodenbeschichtung wird dann durch Pinseln, Tauchen, kataphoretische Abscheidung oder Sprühen auf den Träger aufgebracht. Die beschichtete Kathode wird in die Kathodenstrahlröhre eingebaut. Während des Evakuierens der Kathodenstrahlröhre wird die Kathode formiert. Durch Erhitzen auf etwa 650 bis 1100°C werden die Erdalkalicarbonate zu den Erdalkalioxiden unter Freisetzung von CO und CO<sub>2</sub> umgesetzt und bilden dann einen porösen Sinterkörper. Wesentlich bei diesem Umwand-

lungsprozess ist die kristallographische Veränderung durch Mischkristallbildung, die Voraussetzung für eine gute Oxidkathode ist. Nach diesem "Abbrennen" der Kathode erfolgt die Aktivierung, die den Zweck hat, überschüssiges, in die Oxide eingelagertes, elementares Erdalkalimetall zu liefern. Das überschüssige Erdalkalimetall entsteht durch Reduktion von Erdalkalimetalloxid. Bei der eigentlichen Reduktionsaktivierung wird das Erdalkalioxid durch das freigesetzte CO oder Aktivatormetall aus der Kathodenbasis reduziert. Hinzu kommt eine Stromaktivierung, die das erforderliche freien Erdalkalimetall durch elektrolytische Vorgänge bei hohen Temperaturen erzeugt.

#### Ausführungsbeispiel 1

**[0034]** Wie in **Fig. 1** gezeigt, weist eine Kathode für eine Kathodenröhre gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung eine kappenförmige Kathodenbasis, die aus einer Legierung von Nickel mit 0.03 Gew.-% Mg, 0.02 Gew.-% Al und 1.0 Gew.-% W besteht, auf. Die Kathodenbasis befindet sich am oberen Ende eines zylindrischen Kathodenträgers (Muffe), in der die Heizung montiert ist.

**[0035]** Die Kathode weist auf der Oberseite der Kathodenbasis eine Kathodenbeschichtung auf. Um die Kathodenbeschichtung zu bilden, wird die Kathodenbasis zunächst gereinigt. Dann werden Pulver von Ausgangsverbindungen für die Oxide in einer Lösung aus Ethanol, Butylacetat und Nitrocellulose suspendiert.

**[0036]** Das Pulver mit den Ausgangsverbindungen für die Oxide besteht beispielsweise aus Barium-Strontium-Carbonat im Gewichtsverhältnis 1 : 1.25 : 6 mit 240 ppm Yttriumoxid.

**[0037]** Diese Suspension wird auf die Kathodenbasis aufgesprüht. Die Schicht wird bei einer Temperatur von 10000°C formiert, um die Legierung und Diffusion zwischen dem Kathodenmetall der Metallbasis und den Metallpartikeln zu bewirken.

**[0038]** Die so gebildete Oxidkathode hat eine Leitfähigkeit von  $6 \cdot 10^{-3} \Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$ , eine Gleichstrombelastbarkeit von 3.5 A/cm<sup>2</sup> bei einer Lebensdauer von 20 000 h und einem Röhreninnendruck von  $2 \cdot 10^{-9}$  bar.

#### Patentansprüche

1. Kathodenstrahlröhre, ausgerüstet mit mindestens einer Oxidkathode, die einen Kathodenträger mit einer Kathodenbasis aus einem Kathodenmetall und eine Kathodenbeschichtung aus einem elektronenemittierenden Material mit Oxidpartikeln umfasst, wobei die Oxidpartikel ein Erdalkalioxid, ausgewählt aus der Gruppe der Oxide des Calciums, Strontium und Bariums, das mit einer Oxiddotierung in einer Menge von 120 bis maximal 500 ppm aus einem Oxid, ausgewählt aus den Oxiden des Scandiums, Yttriums, Lanthans, Cers, Praseodyms, Neodyms, Samariums, Europiums, Gadoliniums, Terbiums, Dysprosiums, Holmiums, Erbiums, Thuliums, Ytterbiums und Lutetiums, dotiert ist, enthalten und das elektronenemittierende Material eine elektrische Leitfähigkeit von  $3 \cdot 10^{-3} \Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$  bis  $12.5 \cdot 10^{-3} \Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$  hat.
2. Kathodenstrahlröhre gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Menge der Oxiddotierung 240 ppm beträgt.
3. Kathodenstrahlröhre gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Oxiddotierung aus Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> besteht.
4. Kathodenstrahlröhre gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Oxiddotierung ein Sesquioxid

ausgewählt aus den Sesquioxiden des Lanthans, Neodyms, Samarium, Cers, Praseodyms, Gadoliniums, Terbiums, Dysprosiums und Holmiums enthält.

5. Kathodenstrahlröhre gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Oxiddotierung ein Sesquioxid ausgewählt aus den Sesquioxiden des Lanthans, Cers, Praseodyms und Neodyms enthält.

6. Oxidkathode, die einen Kathodenträger mit einer Kathodenbasis aus einem Kathodenmetall und eine Kathodenbeschichtung aus einem elektronenemittierenden Material mit Oxidpartikeln umfasst, wobei die Oxidpartikel ein Erdalkalioxid, ausgewählt aus der Gruppe der Oxide des Calciums, Strontiums und Bariums, das mit einer Oxiddotierung in einer Menge von 120 bis maximal 500 ppm aus einem Oxid ausgewählt aus den Oxiden des Scandiums, Yttriums, Lanthans, Cers, Praseodyms, Neodyms, Samariums, Europiums, Gadoliniums, Terbiums, Dysprosiums, Holmiums, Erbiums, Thuliums, Ytterbiums und Lutetiums dotiert ist, enthalten und das elektronenemittierende Material eine elektrische Leitfähigkeit von  $3 \cdot 10^{-3} \Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$  bis  $12.5 \cdot 10^{-3} \Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$  hat.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

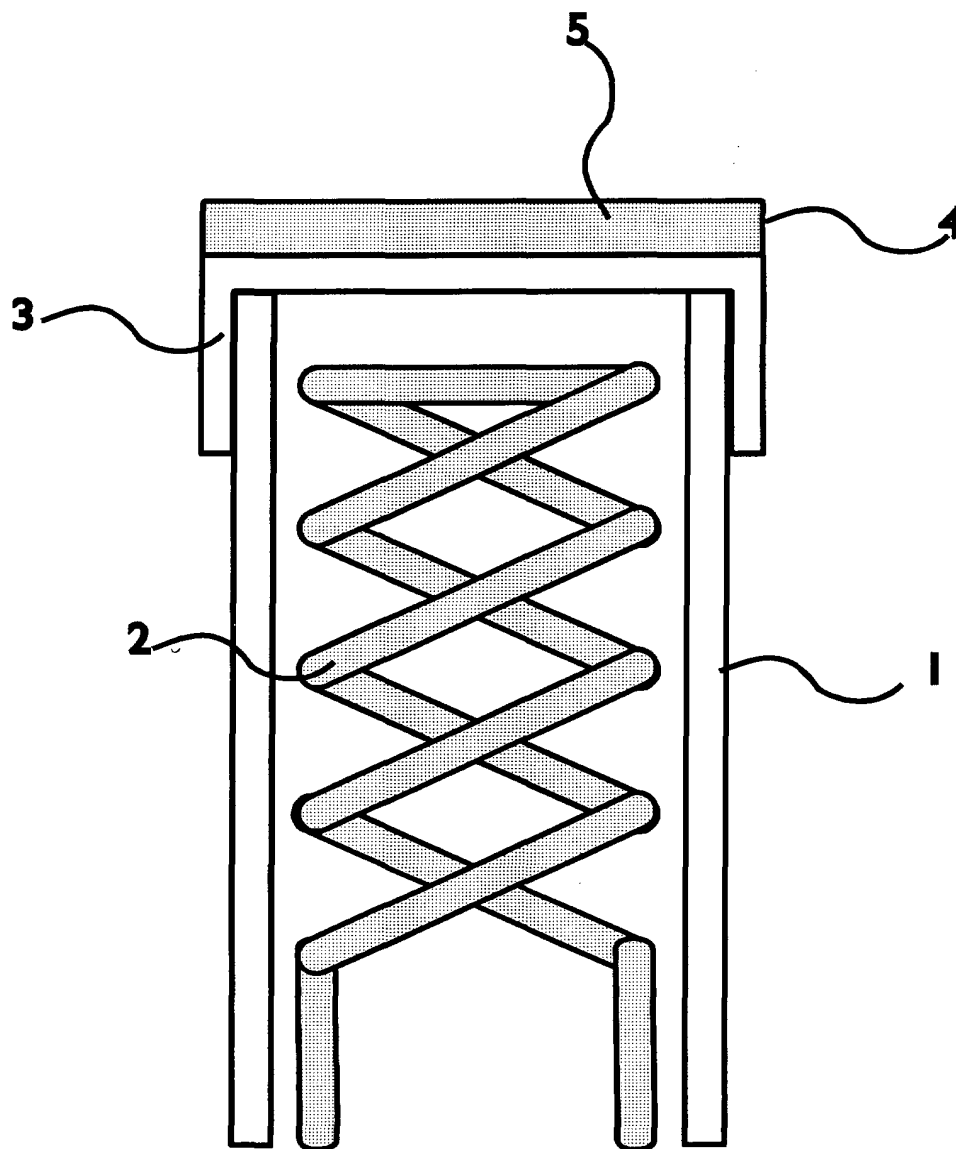


FIG. 1